

22.02 Electrotecnia

Trabajo Práctico Final

Python, LTSpice IV y Altium
2023

Consideraciones generales:

- Se utilizará la letra N para denotar el número de grupo
- Se evaluará la calidad de la presentación oral.
- Se evaluará la presentación del material entregado, a saber: .zip/.rar con todos los archivos pertinentes.
- Todos los gráficos de respuesta en frecuencia deben estar en escala semi-logarítmica, en Hertz y en dB (a menos que se indique explícitamente lo contrario).
- Se le recuerda a los alumnos que la política de fraude y plagio del Instituto rige sobre este trabajo.

1. Implementación de interfaz gráfica en Python

La habilidad para desarrollar interfaces gráficas utilizando lenguajes de alto nivel es muy útil cuando se requiere diseñar software que sea fácil de manejar por usuarios. En este ejercicio el objetivo será que diseñen e implementen una interfaz gráfica que tenga la capacidad de simular algunos de los circuitos que se estudian en la materia.

Deberán programar una interfaz gráfica que le permita al usuario simular:

- Filtros de primer orden
 - Pasa bajos
 - Pasa altos
 - Pasa todo
 - Filtro con polo y/o cero arbitrarios, detectar qué tipo de filtro es (opcional)
- Filtros de segundo orden
 - Pasa bajos
 - Pasa altos
 - Pasa todo
 - Pasa banda
 - Notch
 - Low-pass notch (opcional)
 - High-pass notch (opcional)
 - Filtro con polo y/o cero arbitrarios, detectar qué tipo de filtro es (opcional)
- Filtros de orden superior

Para cada filtro, el usuario debe poder configurar:

- Primer orden: frecuencia del polo y/o cero.
- Segundo orden: ω_0 y ξ de los polos y/o ceros.
- Se debe poder configurar la ganancia en banda pasante o configurar la ganancia máxima (las dos)
- Orden superior: polinomio del numerador y polinomio del denominador

La simulación debe permitir graficar:

- Salida del sistema con algunas entradas:
 - Senoide de frecuencia y amplitud configurables (opcional: fase configurable)
 - Pulso $u(t)$ de amplitud configurable
 - Pulso periódico de frecuencia y amplitud configurable (opcional: agregar duty cycle configurable)
 - Triangular periódica de frecuencia, amplitud y duty cycle configurables (opcional)
 - Otras señales (opcional)
- Gráfico de bode del sistema, con el eje de frecuencia en Hertz, el módulo en dBs y fase en grados
- Diagrama de polos y ceros

Algunas consideraciones adicionales:

- En el git con ejemplos está subido un apunte en el cual se define con mayor precisión de qué se trata cada filtro mencionado en la consigna.
- Las librerías que necesitarán serán [SciPy.Signal](#) y [Numpy](#) para el análisis matemático; [Matplotlib](#) para los gráficos; [PyQt5](#) para la GUI
- Pueden agregar cualquier funcionalidad no obligatoria que le dé valor al trabajo tanto de las opcionales como alguna idea que se les ocurra, sumará puntos extra.
- Se valorará la prolijidad de la interfaz, la facilidad de uso y el nivel de integración.

2. Simulación en LTSpice

Dado el circuito RLC de la Figura 1, donde $V_i = 10V$, $L = (0,15H + \frac{N}{10}H)$, $R_1 = 50\Omega$, $R_2 = 7\Omega$, $R_3 = 6\Omega$ y $C = N \cdot 100\mu F$, se pide:

- Simular con LTSpice: $i_C(t)$ y $V_L(t)$ en la etapa de carga
- Simular con LTSpice: $i_C(t)$ y $V_L(t)$ en la etapa de descarga
- Determinar el valor de la pseudofrecuencia de oscilación del transitorio y el valor máximo de sobrepico cuando corresponda. Sacar conclusiones (sugerencia: presentar ambos resultados en un mismo gráfico)
- Corroborar teóricamente los resultados de las simulaciones. Contrastar gráficos teóricos con gráficos de LTSpice. (Sugerencia: usar la librería de Python [ltspice](#) en conjunto con Matplotlib)
- ¿Qué sucedería si las resistencias fueran de 0Ω ? ¿Puede suceder eso en la realidad? Justifique
- Realizar un diagrama de Montecarlo, en donde la tolerancia de las resistencias sea de 5 %, del capacitor de 10 % y de la bobina 0 %. Mostrar cómo varían los parámetros simulados anteriormente y explicar. ¿Qué cambia si varía solo el capacitor? ¿Qué cambia si varía solo R_2 ? ¿Y sólo R_3 ? Justificar

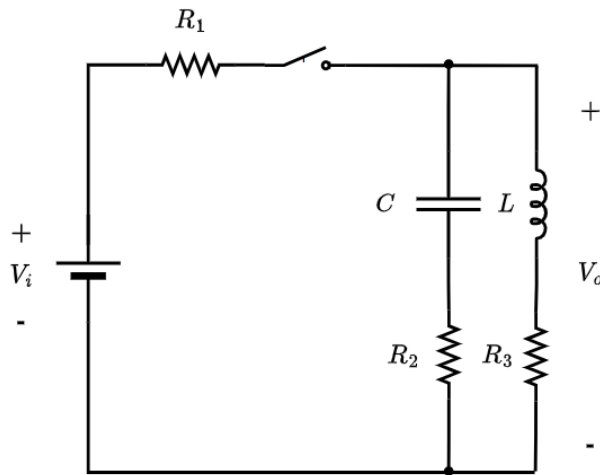


Figura 1: Circuito a simular en LTSpice

3. Diseño de PCB en Altium

Dado el circuito de la Figura 2, se pide realizar el esquemático en Altium y un análisis de Montecarlo en LTSpice, al 5 % de tolerancia para las resistencias y 10 % para los capacitores. Según la simulación, indique de qué tipo de filtro se trata.

Les sugerimos que para el amplificador operacional utilicen alguno de los siguientes integrados:

- LM833
- TL082

De utilizar un operacional distinto, deben explicar por qué lo hicieron. Se deberán fundamentar las conexiones realizadas en todos los pines del mismo (alimentación, capacitores de desacople, etcétera). Se valorará que investiguen sobre las sugerencias de conexión provistas por las hojas de datos de los amplificadores operacionales.

Por último, y luego de que los ayudantes aprueben el PCB, se deberá armar físicamente el PCB con todos sus componentes.

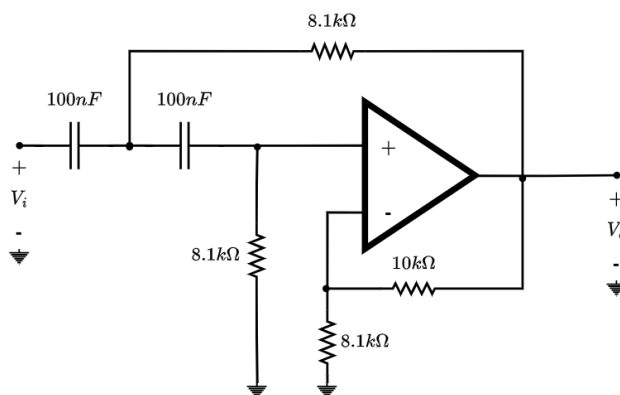


Figura 2: Circuito a implementar

4. Links útiles

- [Ejemplos Python](#)
- [PyQt5](#)
- [Lista de widgets estándar](#)
- [Apunte de filtros](#)
- [Datasheet LM833](#)
- [Datasheet TL082](#)